

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 10 月 23 日(23.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/170963 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 35/26 (2006.01) *G01N 21/956* (2006.01)
B23K 35/14 (2006.01) *B23K 3/06* (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/061321
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 16 日(16.04.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 千住金属工業株式会社 (SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 立花 賢 (TACHIBANA Ken); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 立花 芳恵 (TACHIBANA Yoshie); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 奥野 哲也 (OKUNO Tetsuya); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LEAD-FREE SOLDER BALL AND METHOD FOR INSPECTING LEAD-FREE SOLDER

(54) 発明の名称: 鉛フリーはんだボール及び鉛フリーはんだボールの検査方法

(57) Abstract: Provided is a lead-free solder ball that has excellent optical inspection properties and has a solder ball surface in a uniformly matted state without showing any irregularity caused by the growth of dendrites on the solder ball surface. The lead-free solder ball, which has a composition composed of 0.7-2.0 mass% of Ag, 0.3-1.0 mass% of Cu and 0.02-0.08 mass% of Ni with the balance being Sn, is characterized in that the maximum surface roughness of the solder ball surface is 0.5-8 μm .

(57) 要約: 本発明は、光学式検査性に優れ、はんだボール表面にデンドライドの成長による凹凸がなく、均一なつや消し状態であるはんだボール表面を有する鉛フリーはんだボールである。本発明は、Ag が 0.7～2.0 質量%、Cu が 0.3～1.0 質量%、Ni が 0.02～0.08 質量%、残 Sn からなるはんだ組成のはんだボールであって、はんだボール表面の最大表面粗さが 0.5～8 μm であることを特徴とする鉛フリーはんだボールである。



WO 2014/170963 A1

明 細 書

発明の名称：

ボール

鉛フリーはんだボール及び鉛フリーはんだの検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学検査性に優れた鉛フリーはんだボールに関するものであり、その鉛フリーはんだボールを使用する光学検査方法に関する。

背景技術

[0002] 電子機器用の半導体のプリント基板への配線用の電極は、従来は銅や42アロイなどでできたリードフレームタイプが用いられてきたが、電子機器の小型化と半導体の演算速度の向上の目的から、半導体の下にはんだボールで電極が形成されるBGA (Ball Grid Array) タイプが主流となってきている。BGAタイプの半導体には、BGA、CSPなどが含まれる。

BGAタイプの半導体のプリント基板実装の問題点として、はんだ接合部分が目視では見えないことと、個々の端子の接合強度が測れないことがある。例えば、従来面実装用に用いられたPLCCなどの半導体では、プリント基板のランドと半導体のリードフレームをはんだペーストなどで接合するが、その接合部分は検査時に目視や拡大鏡などではんだ付けの良否が判断できても、BGAタイプの半導体では半導体の裏面に電極があるので、はんだ接合部分が半導体に隠れて、はんだ付けの良否が判別できない。

[0003] また、従来のPLCCなどのリードフレームで基板に接合させる半導体は、目視や拡大鏡での検査で疑義があるときには、ピンセットなどで引っ張り、リードの接合状態を実際に確認することができるが、BGAタイプの半導体では、個々のはんだボールの接合状態を確認する方法がないため、もっぱら実装前のボール電極部分を光学式の検査装置を用いて、BGAの全ての電極部分にはんだボールが存在しているか、はんだボールに異物の付着やはんだボール形状に異常が見られないか、を確認している。

同じ不具合でも、BGAの電極部分のはんだボールの欠落は、プリント基

板に実装後に実施する通電による回路テストで発見できる。しかし、はんだボール電極部分への異物の付着やはんだボール形状の異常による不具合は、はんだ付けがなされるので実装後に実施する通電による回路テストでは、不具合は発見されない。したがって、プリント基板を実装する電子機器メーカーは、はんだボール電極部分への異物の付着やはんだボール形状の異常による不具合を重要視しており、可能な限り光学式の検査装置の検査によって不具合を無くす努力をしている。

[0004] ところが、はんだボールに異物の付着がないか、はんだボール形状に異常が見られないか、の確認を厳しく行くと、従来のSn-Pbはんだボールでは問題にならないことが、鉛フリーはんだボールでは発生している。つまり、従来のSn-Pbはんだボールは全体に光沢があり、光沢ムラなどは発生しないが、現在使用されているSn-Ag-Cu系の鉛フリーはんだボールでは、光沢ムラが発生し易いため、はんだボール表面の異物の付着や形状異常などを重点的に弾くために、光学式検査装置の感度を強くすると、不具合品でないBGAタイプの半導体まで、不具合として判定してしまい、ラインをストップさせて生産性を悪くしてしまう。光学式検査装置の感度を弱くすると、はんだボール電極部分への異物の付着した物やはんだボール形状の異常な物までも、不具合として判断させないために、市場クレームとなってしまう。

[0005] このような、はんだボールの光沢ムラを解消したはんだボールとして、本出願人はAg4.0～6.0質量%、Cu1.0～2.0質量%、残部Snからなるとともに、表面状態が良好となっている鉛フリーはんだボール（特開2003-1481号公報、特許文献1）や原子%で、Ag：3～6%、Cu：1～4%、Co：0.01～2%、Sn：残部からなる鉛フリーはんだボール用合金（特開2004-154865号公報、特許文献2）、を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2003-1481号公報

特許文献2：特開2004-154865号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] BGAタイプの半導体では、はんだ付け部が半導体の下面に隠れてしまうので目視での確認ができないため、光学式検査装置を用いて、電極のはんだボールの欠落、はんだボール表面の異物の付着、はんだボール形状の異常などを確認している。

従来のSn-Pbはんだのはんだボールを使用しているときは、はんだボール全体に光沢があり、不具合品でない限り光学式検査装置でエラーが発生することがなかったが、鉛フリーはんだボールへの切り替えによって、光沢ムラが発生するようになり、不具合品でなくとも光学式検査装置でエラーと認識される問題が生じるようになった。特に、鉛フリーはんだとして一般的に使用されているSn-Ag-Cu系のはんだでは、はんだボール表面にSnのデンドライド状の結晶が成長して、はんだボール表面に凹凸が発生し易い。

[0008] これらを解決したのが、特許文献1や特許文献2のはんだボールである。特許文献1や特許文献2のはんだボールの特徴は、Sn-Ag共晶組成よりもAgを飽和状態にすることで光沢性に優れたはんだボールを提供することである。特許文献2などでは、特許文献1の発明にCuを添加することで、Snのデンドライドの成長を阻害して、より光沢性に優れたはんだボールが開示されている。特許文献1や特許文献2のはんだボールは、光沢性を有するはんだボールとしては非常に優れている特性を有する。

ところが、特許文献1や特許文献2のような、Sn-Pbはんだボールと同様の光沢があるはんだボールを求めても、Snのデンドライドの成長をコントロールすることは難しく、同じロットであるにも関わらず、部分的にデンドライドが成長してはんだボール表面に凹凸が発生してしまう傾向がある。このような鉛フリーはんだボールは、光学式検査装置で、はんだボールの異物付着と判断されて、作業工程が停止することがあった。

[0009] 鉛フリーはんだボールとして $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$ 系のはんだ組成のはんだボールは、温度サイクル特性に優れており、接合後のシエラ強度などの接合強度も優れているが、凝固時に Sn のデンドライド結晶が成長し易く、はんだボール表面に凹凸が生じ易い。そのために、はんだボールとして良品でもはんだボール表面に凹凸があると、光学式検査装置にかけると不具合品と判定されてしまい、作業工程が停止することがあった。

本発明が解決しようとする課題は、光学式検査性に優れ、はんだボール表面にデンドライドの成長による凹凸がなく、均一なつや消し状態であるはんだボール表面を有する鉛フリーはんだボールを提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らは、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$ 系を含む $\text{Sn}-\text{Ag}$ 系の鉛フリーはんだボールのデンドライド結晶の成長をコントロールすることは、同じロット内でもバラツキが生じてしまい非常に困難なことから、発想を転換して、はんだボール表面を均一なつや消し状態にすることが、はんだボール表面を均一な光沢状態にするよりも容易であること、 $\text{Sn}-\text{Ag}$ 系はんだの Ag の量を共晶点より低下させると、 Sn のデンドライドの発生をコントロールできる量の範囲が存在すること、そして、表面の最大表面粗さが $0.5 \sim 8 \mu\text{m}$ の鉛フリーはんだボールが、光学式検査装置で均一なつや消し状態のボール表面であると判定されること、を見い出して本発明を完成した。

[0011] ここに、本発明は次の通りである。

(1) 本発明は、 Ag が $0.7 \sim 2.0$ 質量%、 Cu が $0.3 \sim 1.0$ 質量%、 Ni が $0.02 \sim 0.08$ 質量%、残 Sn からなるはんだ組成のはんだボールであって、はんだボール表面の最大表面粗さが $0.5 \sim 8 \mu\text{m}$ であることを特徴とする鉛フリーはんだボールである。

(2) 前記はんだ組成に、 P 又は Ge から選択される元素 1 種以上を合計で 0.05 質量%以下添加したはんだ組成のはんだボールであることを特徴とする請求項 1 に記載の鉛フリーはんだボール。

(3) 前記はんだ組成に、 Fe 、 Co 、 Pt から選択される元素 1 種以上を合

計で0.003～0.1質量%添加したことを特徴とする請求項1に記載の鉛フリーはんだボール。

(4) 鉛フリーはんだボールの表面が均一なつや消し状態であるはんだボールを用いて、光学式検査装置ではんだボールの良否を判定することを特徴とするはんだボールの検査方法。

[0012] 本発明の鉛フリーはんだボールは、光沢が全く無く、均一なつや消し状態の表面を有することが特徴である。光学式検査装置は、その合格基準として光度を調整するために、表面状態が光沢又は非光沢のどちらか一方に基準を合わせることができるようになっているものが一般的である。しかし、表面状態に光沢と非光沢の両方が混在していると認識装置の基準を設定することができないため、はんだの表面が光沢又は非光沢のどちらかに統一させなければならない。はんだボール表面の状態が均一で有りさえすれば、非光沢のつや消しタイプのはんだボール向けに基準を調整することは容易である。そのために、均一なはんだボール表面のつや消し状態が得られるかが課題となる。

本発明の鉛フリーはんだボールでは、はんだボール表面を均一なつや消し状態としているが、均一なつや消し状態とは、はんだボール表面に微少な凹凸を付けて、はんだボール本来の金属光沢を消した状態である。光学式検査装置で、はんだボールがつや消しと認識されるには、はんだボール表面の最大表面粗さが0.5～8 μ mであるときが、最も認識性が良好である。つまり、鉛フリーはんだボール表面の最大表面粗さが均一なつや消し状態であるのは、光学式検査装置の検査方法において、はんだボール表面の最大表面粗さが0.5～8 μ mであるときと規定できる。

[0013] 本発明の鉛フリーはんだボールでは、Agの量を規定することで鉛フリーはんだボールのデンドライド結晶の成長をコントロールして、急激なデンドライド結晶の発生を抑制している。また、本発明の鉛フリーはんだボールの合金組成に添加されているCuやNiは、はんだ組成中に金属間化合物を生成させることによって、デンドライド結晶の成長を分断して、はんだボール

表面の凹凸を均一化させている。さらに、はんだボールのはんだ組成へのCuの添加は、温度サイクル特性の向上やシヤ強度の向上をもたらし、Niの添加は耐落下衝撃性の向上をもたらす。

発明の効果

[0014] 本発明の鉛フリーはんだボールを用いることによって、光学式検査装置にかけると不具合品と判定されることもないため、作業工程が停止せず、効率の良い電子機器の組み立て作業が可能となる。また、従来の鉛フリーはんだボールと異なり、良品、不具合品の判定が容易にできるため、半導体部品の選別が容易になる。さらに、はんだボールとして供給している時点からつや消し状態になっているため、半導体の組み立て工程ではんだボールの認識も容易となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]光学式検査装置でつや消しと認識されたはんだボールの表面（倍率約1000倍）

[図2]光学式検査装置でつや消しと認識されなかったはんだボールの表面（倍率約1000倍）

[図3]図1の拡大図（倍率約500倍）

[図4]図2の拡大図（倍率約500倍）

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の非光沢で均一なつや消し状態の表面を有する鉛フリーはんだボールは、BGA等のパッケージ部品へのバンプ形成に用いるのが好ましい。

[0017] 本発明に係る鉛フリーはんだボールの合金組成は以下の通りである。

Agの含有量は0.7～2.0質量%である。Agの含有量が0.7質量%未満又は2.0質量%を超えると、凝固時の固相一液相共存領域が十分に得られず凝固時の挙動が変化し、デンドライト結晶の成長が発生しやすくなり、つや消しの部分的なムラが生じる。したがって、本発明のはんだボール用の合金は、Agの含有量が0.7～2.0質量%が良い。より好ましくは、1.0～1.5質量%である。

[0018] Cuの含有量は0.3～1.0質量%である。Cuの含有量が0.3質量%未満では、Snのデンドライド結晶が成長し、はんだボールの表面の凹凸にムラが生じる。また、Cuの含有量が1.0質量%を超えると、液相線温度が上がり、濡れ性が悪くなる。したがって、本発明のはんだボール用の合金は、Cuの含有量が0.3～1.0質量%が良い。より好ましくは、0.5～1.0質量%である。

[0019] Niの含有量は0.02～0.08質量%である。Ni量が本発明の組成範囲内で適量に調整されたときには、NiはCuと一緒に添加されることにより、SnとCuとNiの化合物を形成し、その形成した化合物がはんだ組織中に分散して存在することによりSnのデンドライド結晶の成長を妨げる役割を果たす。Niの含有量が0.02質量%未満では、上記の効果が発揮されない。結果的に、Snデンドライト結晶の成長に起因した表面状態の不均一な凹凸状態を防ぐことが出来る。

一方、Niの含有量が0.08質量%を超えると、液相線温度が上がり、濡れ性が悪くなる。したがって、本発明のはんだボール用の合金は、Niの含有量が0.02～0.08質量%が良い。より好ましくは、0.05～0.08質量%である。

[0020] 本発明に係る鉛フリーはんだボールの合金組成には、さらに、P又はGeから選択される元素1種以上を合計で0.05質量%以下添加してもよい。はんだボールはモジュール基板に搭載された後、画像認識によってはんだ付けされているか否かの判定が行われる。もし、はんだボールに黄色などの変色があった場合は、画像認識において不具合と判断される。そのため、はんだボールはリフローで変色されない方がよい。P又はGeのはんだボール用の合金への添加により、熱などによる変色を防止することで、バンプ品質検査におけるエラーを回避することができる。P又はGeから選択される元素が0.05質量%を超えて添加すると、耐落下衝撃性が悪くなるという弊害が現れる。

[0021] 本発明に係る鉛フリーはんだボールの合金組成には、さらに、Fe、Co

、Ptから選択される元素1種以上を合計で0.003～0.1質量%添加してもよい。Fe、Co、Pt元素のはんだボール用の合金への添加は、接合界面に形成する金属間化合物層を微細化し、厚みを抑制するため、落下改善の効果がある。Fe、Co、Ptから選択される元素が0.003質量%未満では上記の効果が極めて得られ難く、0.1質量%を超えて添加するとはんだの濡れ性が向上する。はんだバンプ高度が上昇し衝撃に対し界面剥離が発生するという弊害が現れる。

[0022] 光学式検査装置において、その合格基準を非光沢に合わせた場合に、本発明のはんだボール表面で、最大表面粗さが0.5 μm 未満では、光沢として認識されてエラーが生じる。また、8 μm を超えると、はんだボール表面に引け巣が生じ、凹凸にムラが生じ易い。したがって、本発明のはんだボール表面の表面粗さは、0.5～8 μm が良い。より好ましくは、2～6 μm である。

[0023] なお、本発明に係る鉛フリーはんだボールは、低 α 線材を使用することにより α 線量を低減することができる。これをメモリ周辺に使用することによりソフトエラーを防止することができる。

実施例

[0024] 表1の組成のはんだ合金を作り、気中造球法で直径0.3 mmのはんだボールを作製した。このはんだボールを用いて、はんだボールの表面状態と最大表面粗さと検査機での認識不具合率を評価した。

[0025] 表面粗さの測定には、KEYENCE社製のカラー3Dレーザー顕微鏡VK-9700を使用し、倍率約1000倍ではんだボール表面を5点測定し、各組成における表面最大粗さの値を比較した。

[0026] 検査機での認識不具合率は、KEYENCE社製のカラー3Dレーザー顕微鏡VK-9700を使用し、球状として判断されなかったのものを認識不具合と判断し、認識不具合の発生率を集計した。

[0027] 前記の表1に示すはんだ合金、直径0.3mmのはんだボールを基板厚みが1.2mm、電極の大きさが直径0.24mmであるガラスエポキシ基板(FR-4)を用い、0.24m

mφ×厚み0.1mmに千住金属工業株式会社製フラックスWF-6400を印刷し、はんだボールを搭載して220℃以上、40秒、ピーク温度245℃の条件でリフローを行った。このサンプルを、せん断強度測定装置(Dage社製：SERIES 4000HS)により、4000mm/secの条件でせん断強度(N)を測定した。

[0028] 前記の表1に示すはんだ合金、直径0.3mmのはんだボールを0.24mm×16mmのスリット状の電極を形成した厚み1.2mmガラスエポキシ基板(FR-4)を用い、0.24mmφ×厚み0.1mmに千住金属工業株式会社製フラックスWF-6400を印刷し、はんだボールを搭載して220℃以上、40秒、ピーク温度245℃の条件でリフローを行った。その後、実体顕微鏡を用いて、濡れ広がり面積をJIS Z-3197に準じて測定した。

[0029] [表1]

		組 成 (質量%)					最大表面粗さ (μm)	検査機での 認識不具合 (%)	せん断強度 (N)	濡れ広がり (mm^2)
		Sn	Ag	Cu	Ni	その他				
実施例	1	残	0.7	0.3	0.02		3.6	0.10	4.0	0.71
	2	残	1.0	0.5	0.02		3.1	0.06	4.5	0.81
	3	残	1.0	0.5	0.05		2.6	0.04	5.6	0.80
	4	残	1.2	0.3	0.02		4.1	0.08	4.3	0.83
	5	残	1.2	0.5	0.05		3.9	0.09	5.3	0.85
	6	残	1.2	1.0	0.08		4.8	0.16	4.9	0.79
	7	残	1.5	0.5	0.05		3.4	0.07	5.1	0.85
	8	残	1.7	0.5	0.05		3.9	0.16	5.1	0.88
	9	残	2.0	0.5	0.05		3.8	0.02	5.3	0.94
	10	残	2.0	1.0	0.08		5.3	0.09	4.6	0.81
	11	残	1.2	0.5	0.05	P:0.003	4.1	0.11	5.4	0.86
	12	残	1.2	0.5	0.05	Ge:0.003	3.2	0.08	5.3	0.87
	13	残	1.2	0.5	0.05	P:0.003, Ge:0.003	3.7	0.15	5.3	0.83
	14	残	1.2	0.5	0.05	Fe:0.003	3.8	0.10	5.2	0.78
	15	残	1.2	0.5	0.05	Co:0.003	4.5	0.14	5.1	0.79
	16	残	1.2	0.5	0.05	Pt:0.003	3.6	0.07	5.3	0.83
比較例	17	100					11.3	0.9	2.8	0.51
	18	残	0.5				10	1.1	2.9	0.64
	19	残	0.6	0.2	0.01		9.5	1.3	3.3	0.66
	20	残	0.5	0.5			10.8	1.1	4.3	0.67
	21	残	0.5		0.05		10.7	0.9	4.1	0.63
	22	残	0.6	0.5	0.05		9.1	0.5	4.9	0.58
	23	残	1.2	0.2	0.09		10.7	1.0	3.7	0.53
	24	残	1.2	0.5	0.005		9.9	0.46	4.5	0.81
	25	残	1.2	1.1	0.05		6.8	0.14	5.0	0.34
	26	残	2.3				13.7	1.3	2.1	0.84
	27	残	3.0				15.2	1.7	2.0	0.92
	28	残	3.0	0.5			16.2	1.4	3.9	0.94
	29	残	3.0	0.5	0.05		9.9	0.9	4.5	0.91
	30	残	3.0	0.07		0.007P, 0.01Co	8.9	0.87	2.3	0.89

[0030] 表1より、本発明の範囲内の合金組成である実施例1～16では、最大表面粗さが2.6～5.3 μm で、実施例5の図1及びその拡大図の図3が示すとおり、はんだボール表面に均一な凹凸が形成されており、検査機での認

識不具合率は0.02～0.15%と低く、光学式検査性に優れている。

[0031] 比較例17～30では、比較例23の図2及びその拡大図の図4が示すとおり引け巣が生じて、最大表面粗さは平均約10 μ m以上であり、検査機での認識不具合率は平均約1%である。これは、認識不具合率が平均約0.1%である実施例1～16と比較して約10倍高い。

[0032] Cu量が本発明の範囲外である比較例25は、最大表面粗さが6.8 μ m、検査機での認識不具合は0.14%であるが、Cuの含有量が多いため液相線温度が高く、濡れ広がり率が0.34mm²であり、BGAタイプの半導体に対しては、はんだ付け性が悪く使用することができない。

[0033] 結論として、Agが0.7～2.0質量%、Cuが0.3～1.0質量%、Niが0.02～0.08質量%、残Snからなるはんだ組成のはんだボールであって、はんだボール表面の最大表面粗さが0.5～8 μ mであることを特徴とする鉛フリーはんだボールにおいて、はんだボール表面に均一なつや消し状態で、優れた光学式検査性を得られる。

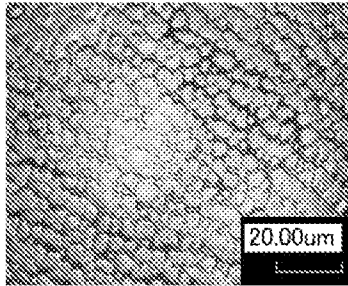
産業上の利用可能性

[0034] 本発明のはんだボール表面の最大表面粗さが0.5～8 μ mであることを特徴とする鉛フリーはんだは、光沢が全く無く、均一なつや消し状態の表面を有し、光学式検査性に優れているため、電子機器の小型化と半導体の演算速度の向上の目的から、半導体の下にはんだボールで電極が形成されるBGA (Ball Grid Array) タイプの用途で使用する電子部品に適する接合材料であるが、他にも従来のBGAタイプの電子部品と比較し、より薄く小さいサイズで仕様を満たすことが可能なウェハーレベルCSP (Chip Scale Package) に使用して優れた効果を奏するものである。

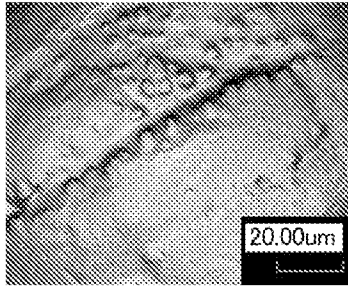
請求の範囲

- [請求項1] A g が 0. 7 ～ 2. 0 質量%、C u が 0. 3 ～ 1. 0 質量%、N i が 0. 0 2 ～ 0. 0 8 質量%、残 S n からなるはんだ組成のはんだボールであって、はんだボール表面の最大表面粗さが 0. 5 ～ 8 μ m であることを特徴とする鉛フリーはんだボール。
- [請求項2] 前記はんだ組成に、P 又は G e から選択される元素 1 種以上を合計で 0. 0 5 質量%以下添加したはんだ組成のはんだボールであることを特徴とする請求項 1 に記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項3] 前記はんだ組成に、F e、C o、P t から選択される元素 1 種以上を合計で 0. 0 0 3 ～ 0. 1 質量%添加したことを特徴とする請求項 1 に記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項4] 鉛フリーはんだボール表面が均一なつや消し状態であるはんだボールを用いて、光学式検査装置ではんだボールの良否を判定することを特徴とするはんだボールの検査方法。

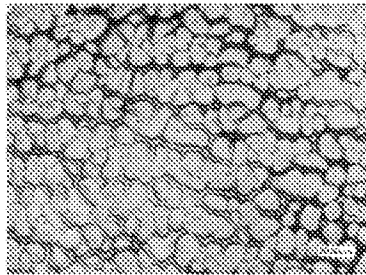
[図1]



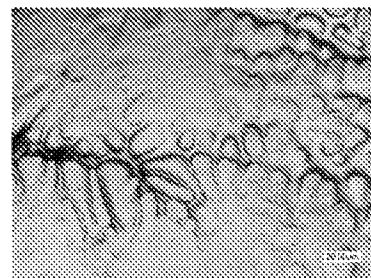
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/26(2006.01)i, B23K35/14(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, B23K3/06(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K35/26, B23K35/14, C22C13/00, G01N21/956, B23K3/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/131861 A1 (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 04 October 2012 (04.10.2012), claims; paragraphs [0025], [0027]; table 1 (Family: none)	1-3
X	WO 2012/133598 A1 (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 04 October 2012 (04.10.2012), claims; paragraphs [0027], [0029]; table 1 (Family: none)	1-3
X	WO 2007/081006 A1 (Hitachi Metals, Ltd.), 19 July 2007 (19.07.2007), claims; paragraph [0018]; table 1 & US 2010/0189594 A1 & EP 1974850 A1 & CN 101374630 A & KR 10-2008-0077399 A	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 June, 2013 (27.06.13)

Date of mailing of the international search report
09 July, 2013 (09.07.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061321

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-186160 A (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 14 July 2005 (14.07.2005), paragraphs [0002], [0009] (Family: none)	4
Y	JP 2004-154865 A (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 03 June 2004 (03.06.2004), paragraph [0010] & US 2004/0112474 A1 & EP 1410871 A1 & DE 60319932 T2	4
A	JP 2008-30093 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 14 February 2008 (14.02.2008), claim 4 (Family: none)	1-4
A	JP 9-97336 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 April 1997 (08.04.1997), claims (Family: none)	1-4
A	JP 2006-120695 A (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 11 May 2006 (11.05.2006), paragraph [0009] (Family: none)	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061321

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

It cannot be understood what specific state of the solder ball surface "a uniformly matted state" appearing in claim 4 means. Therefore, the technical feature common to the inventions in claims 1 to 3 and the invention in claim 4 is "a lead-free solder ball" alone.

The above-said technical feature is not a special technical feature without necessity for presentation of any documents.

Consequently, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061321

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

(Invention 1) claims 1-3: A lead-free solder ball having an Sn-Ag-Cu-Ni-based composition and showing a maximum surface roughness on the surface of 0.5-8 μm .

(Invention 2) claim 4: An optical inspection method of a lead-free solder ball.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K35/26 (2006.01)i, B23K35/14 (2006.01)i, C22C13/00 (2006.01)i, G01N21/956 (2006.01)i,
B23K3/06 (2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K35/26, B23K35/14, C22C13/00, G01N21/956, B23K3/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2012/131861 A1 (千住金属工業) 2012. 10. 04, 請求の範囲, [0025], [0027], 表 1 (ファミリーなし)	1-3
X	WO 2012/133598 A1 (千住金属工業株式会社) 2012. 10. 04, 請求の範囲, [0027], [0029], 表 1 (ファミリーなし)	1-3
X	WO 2007/081006 A1 (日立金属株式会社) 2007. 07. 19, 請求の範囲, [0018], 表 1 & US 2010/0189594 A1 & EP 1974850 A1 & CN 101374630 A & KR 10-2008-0077399 A	1-3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田口 裕健

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

4 6 6 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-186160 A (千住金属工業株式会社) 2005. 07. 14, [0002], [0009] (ファミリーなし)	4
Y	JP 2004-154865 A (千住金属工業株式会社) 2004. 06. 03, [0010] & US 2004/0112474 A1 & EP 1410871 A1 & DE 60319932 T2	4
A	JP 2008-30093 A (住友金属鉱山株式会社) 2008. 02. 14, 請求項 4 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 9-97336 A (松下電器産業株式会社) 1997. 04. 08, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-120695 A (千住金属工業株式会社) 2006. 05. 11, [0009] (ファミリーなし)	1-4

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項4に記載の「均一なつや消し状態」は、はんだボール表面が具体的に如何なる形態であることを意味しているのか不明瞭であるから、請求項1-3に係る発明と、請求項4に係る発明との間に共通する技術的特徴は、「鉛フリーはんだボール」という点のみである。そして、当該技術的特徴は、文献を示すまでもなく、特別な技術的特徴でない。よって、請求の範囲には、以下に示す2つの発明（群）が含まれる。

- （発明1）請求項1-3：Sn-Ag-Cu-Ni系の組成を有し、表面の最大表面粗さが
0.5～8 μm である鉛フリーはんだボール
（発明2）請求項4：鉛フリーはんだボールの光学式検査方法

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。